



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 197 01 045 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
**B 01 D 3/00**  
B 01 J 19/32

DE 197 01 045 A 1

⑯ Aktenzeichen: 197 01 045.8  
⑯ Anmeldetag: 15. 1. 97  
⑯ Offenlegungstag: 17. 9. 98

⑰ Anmelder:

Górak, Andrzej, Prof. Dr.-Ing., 58454 Witten, DE;  
Kreul, Lars U., Dipl.-Ing., 44139 Dortmund, DE

⑯ Vertreter:

Cohausz Hannig Dawidowicz & Partner, 40237  
Düsseldorf

⑰ Erfinder:

Górak, Andrzej, 58454 Witten, DE; Kreul, Lars U.,  
44139 Dortmund, DE; Skowroski, Maik, 44869  
Bochum, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

EP	06 65 041 A1
EP	06 40 385 A1
EP	04 66 954 A1
EP	04 28 265 A1
WO	94 08 681 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Strukturierte Mehrzweckpackung

DE 197 01 045 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine strukturierte Mehrzweckpackung mit mindestens Zweifachfunktionalität aus Stofftrennungs- und Zweitfunktionalitätselementen, wobei letztere jeweils aus abgeschlossenen Kammern bestehen, die mit physikalisch, chemisch oder biologisch wirksamem Material im Sinne der Zweitfunktionalität gefüllt sind, und Volumen und Anzahl der Kammern und Elemente entsprechend den Prozeßanforderungen in optimierender Weise variiert werden können.

In der verfahrenstechnischen Industrie und im Umweltschutz kann es von Vorteil sein, physikalische Transportvorgänge, z. B. die Stofftrennung durch Destillation, Rektifikation oder Absorption, mit chemischen, biologischen oder anderen physikalischen Vorgängen wie der reaktiven bzw. bakteriellen Umwandlung, Adsorption etc. als Zweitfunktionalität simultan in einer Prozeßeinheit durchzuführen. Je nach betrachtetem Stoffsysteem und speziellen Prozeßanforderungen sollte es dabei möglich sein, einerseits die Kontaktflächen zwischen den unterschiedlichen fluiden Phasen als entscheidende Einflußgröße für den Stoffaustausch, andererseits die Verweilzeiten sowie die aktiven Oberflächen als Einflußgrößen der Zweitfunktionalität in unterschiedlicher Weise zu variieren, um den Prozeß in möglichst optimaler Weise durchführen zu können. Um dies zu realisieren, benötigt man auf das Einsatzziel zugeschnittene Einbauten mit Mehrzweckeignung, d. h. mindestens zweifacher Funktionalität und hoher Flexibilität.

Für bestimmte heterogen katalysierte Reaktionen in Flüssigphasen werden sogenannte Katalysierende Festbettreaktoren eingesetzt. EP 0 396 650 bzw. EP 0 631 813 A1 zeigen derartige Vorrichtungen, die stapelartig angeordnete Packungselemente aufweisen, die jeweils aus längs der Hauptströmungsrichtung ausgerichteten Lagen zusammengesetzt sind. Die Innenräume der Packungsteile werden durch parallele Kanäle gebildet, die in Form einer reliefartigen Profilierung der Wände vorliegen. Im letzteren (EP 0 631 813 A1) berühren sich im Innenbereich des Packungsteils die Wände punktuell und sind teilweise durch Punktschweißung oder Nieten verbunden. In beiden Fällen ist das Innere der verbundenen Lagen so ausgestaltet, daß die Befüllung der gesamten Zwischenräume mit Katalysatormaterial durch Aufgabe des Materials an der Packungsoberseite, d. h. von einem einzigen Füllpunkt erfolgen kann. Die Packungselemente der Katalysierenden Festbettreaktoren eignen sich auch für einen katalytischen Destillationsprozeß (Rektifikation), insbesondere dann, wenn sie in einer Kolonnen gemeinsam mit sogenannten strukturierten Pakkungen eingesetzt werden, die der reinen Stofftrennung dienen.

Nachteil der bekannten Vorrichtungen ist ihre begrenzte Eignung für die physikalische Stofftrennung, sowie ihre mangelnde Mehrzweckeignung und Flexibilität. Die bekannten Festbettreaktoren sind in der Lage, chemische Reaktionen zu katalysieren, ihre Trennwirkung ist allerdings begrenzt. Die zur Stofftrennung notwendigen Kontaktflächen sind gering. Zudem ist es nicht möglich, einerseits die Reaktionszonen, andererseits die Kontaktflächen im Hinblick auf die speziellen Erfordernisse der betrachteten Stoffsysteme in optimierender Weise zu variieren. Die bekannten Vorrichtungen lassen sich daher in ihrer bisherigen Form nicht als Mehrzweckpackungen im obigen Sinne bezeichnen.

Darüber hinaus müssen die bisherigen Vorrichtungen nach ihrem erstmaligen Einsatz ständig berieselten und feucht gehalten werden, wodurch der operative Aufwand für den Einsatz der Packungselemente des Katalysierenden Festbet-

reaktors steigt. Ein wiederholtes Trocknen muß vermieden werden, da das Katalysatormaterial (z. B. Ionenaustauscherharze) beim Befeuchten aufquillt und beim Trocknen schrumpft. Als Folge kommt es zur Ansammlung der Katalysatorpartikel im untersten Packungsbereich, da alle Bereiche eines katalysierenden Segments durchgehend miteinander verbunden sind. Beim erneuten Befeuchten und Quellen führt dies zu einer unerwünschten Aufweitung des unteren Packungsteils. Dies kann zu erheblichen Schwierigkeiten beim Ausbau und erneuten Einbau der Packung führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine strukturierte Mehrzweckpackung zu schaffen, die eine problemorientierte Anpassung ihrer Stofftrennungsfähigkeiten sowie der Wirksamkeit der chemischen, biologischen oder physikalischen Zweitfunktionalität ermöglicht. Zudem soll eine Partikelansammlung und Aufweitung im unterer Packungsteil vermieden werden, um so ein zeitweiliges Trocknenlassen der Packung zu erleichtern und ihre Ein- bzw. Ausbauflexibilität zu erhöhen. Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die strukturierte Mehrzweckpackung besteht aus sich alternierend abwechselnden Lagen von Stofftrennungselementen und Zweitfunktionalitätselementen. Die Zusammenstellung der funktionalen Teile erfolgt im Bausatzprinzip, so daß Lagen unterschiedlicher Funktionalität verschieden zusammengestellt und einfach ausgetauscht werden können. Darüber hinaus ist es möglich, Anzahl und Volumen der Zweitfunktionalitätselemente sowie die Anzahl der Stofftrennungselemente je nach betrachteter Aufgabe zu variiieren, wobei einerseits die Stofftrennungseigenschaften, andererseits die Wirksamkeit der Zweitfunktionalität auf die Notwendigkeiten des betrachteten Stoffsysteams ausgerichtet werden können. Auf diese Weise wird eine sehr große Einsatzflexibilität der Mehrzweckpackung erreicht. Ihre Nutzbarkeit ist daher nicht auf bestimmte heterogen katalysierte Rektifikationssysteme beschränkt, sie eignet sich vielmehr auch für andere Simultankombinationen wie die reaktive Absorption, die Stofftrennung mit simultaner biologischer Umwandlung usw.

Die Kammerbauweise der Zweitfunktionalitätselemente erlaubt es, die Mehrzweckpackung zu trocknen, ohne daß es zu der beschriebenen Ansammlung des Füllmaterials im unteren Teil der Elemente kommen kann. Der operative Aufwand beim Einsatz der Mehrzweckpackungen wird so reduziert, ohne ihre Ein- bzw. Ausbauflexibilität zu mindern.

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausführungen der erfundungsgemäßen Mehrzweckpackung. Die Erfindung bezieht sich u. a. auch auf die Anwendung bei der sogenannten reaktiven Rektifikation, der reaktiven Absorption sowie der Adsorption, einschließlich der Adsorption in Biofilmen. Sie bezieht sich weiterhin auch auf Kombinationen unterschiedlicher physikalischer Stofftrennungsmechanismen, wie der Rektifikation, Absorption etc. als Erstfunktionalität, sowie z. B. der Adsorption oder Extraktion als Zweitfunktionalität.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a, b, c eine Draufsicht verschiedener Ausführungen der erfundungsgemäßen Mehrzweckpackung,

Fig. 2a, b ausschnittsweise eine Vorderansicht verschiedener Ausführungen des Zweitfunktionalitätselements der erfundungsgemäßen Mehrzweckpackung mit abgeschlossenen Kammern,

Fig. 3a, b ausschnittsweise eine Seitenansicht verschiedener Ausführungen des Zweitfunktionalitätselements der erfundungsgemäßen Mehrzweckpackung mit abgeschlossenen Kammern,

Fig. 4a, b eine perspektivische Ansicht verschiedener

Ausführungen der erfindungsgemäßen Mehrzweckpackung mit Zweitfunktionalitätselementen und Stofftrennungselementen,

**Fig. 5a, b** eine Vorderansicht verschiedener Ausführungen des Zweitfunktionalitätselements der erfindungsgemäßen Mehrzweckpackung mit zerlegten Wänden.

Die in **Fig. 1a, b, c** dargestellten Stofftrennungselemente 1 sowie die Zweitfunktionalitätselemente 2 sind in Lagen alternierend angeordnet, vergl. **Fig. 4**. Anzahl und Volumen der Zweitfunktionalitätselemente sowie die Anzahl der Stofftrennungselemente können je nach betrachteter Aufgabe variiert werden, beispielhaft dargestellt ist dies in den unterschiedlichen Ausführungen in **Fig. 1a, b, c**. Es können daher sowohl die Aufenthaltszeiten und wirksamen Oberflächen in den Zweitfunktionalitätselementen, als auch die Kontaktflächen in den Stofftrennungselementen auf das betrachtete Stoffsystem zugeschnitten werden. Bei der Montage können die Zweitfunktionalitätselemente wie in **Fig. 1c** durch fluiddurchlässige Stabilisierungsbleche 10 verstärkt werden, dies ist jedoch aus funktionalen Gründen nicht 20 zwingend erforderlich, vergl. **Fig. 1a, b**.

In **Fig. 2a, b** ist eine Vorderansicht verschiedener Ausführungen eines Zweitfunktionalitätselementes zu erkennen. Signifikant für alle Ausführungen sind die vollständig abgeschlossenen, hinreichend kleinen Kammern 3, die beispielsweise mit katalytischem, adsorbierendem oder biologisch wirksamem Material gefüllt sind. Die Wände der Kammern sind einerseits fluiddurchlässig, andererseits undurchlässig für das Füllmaterial. Wie in **Fig. 2b** können in einer horizontalen Lage mehrere Kammern 3 angeordnet werden, die in 30 der nächst tieferen Lage alternierend versetzt werden können. Ebenso ist es möglich, wie in **Fig. 2a** in jeder horizontalen Lage nur eine abgeschlossene Kammer anzuordnen.

**Fig. 3a, b** zeigt Seitenansichten eines Zweitfunktionalitätselementes mit abgeschlossenen Kammern 3. Die Kammern entstehen, indem die Ober- und Unterseiten der Seitenwände 4a und 4b der Zweitfunktionalitätselemente so 35 wohl an den Außenrändern 5 als auch in den Kammerzwischenräumen 6 fest zusammengefügt werden, z. B. geschweißt oder genietet, so daß die Kammern bezüglich des Füllmaterials dicht abgeschlossen sind. Es ist sinnvoll, einen geringen Freiraum zwischen den Zweitfunktionalitätselementen und den Rändern der Packung zu belassen, um ein Umfließen der Zweitfunktionalitätselemente zu erleichtern.

**Fig. 4a, b** zeigt eine perspektivische Ansicht eines Elements der erfindungsgemäßen Mehrzweckpackung. Man erkennt die in Lagen alternierende Anordnung der unterschiedlichen Funktionsteile. Die Stofftrennungselemente 1, die funktional ausschließlich Stofftrennung dienen, bestehen aus strukturierten Gewebebahnen bzw. Blechen 7 mit unterschiedlicher Profilierung. Dabei ist es vorteilhaft, wenn sich die Orientierung der Kanäle der Gewebebahnen alternierend verändert. Es können verschiedenste Ausführungen von strukturierten Gewebebahnen eingesetzt werden, die Auswahl der geeigneten erfolgt im Sinne der zielgerichteten Optimierung in bezug auf das Einsatzziel der Mehrzweckpackung. Die Zusammenstellung der funktionalen Teile erfolgt nach einem Bausatzprinzip. Auf diese Weise wird eine sehr große Einsatzflexibilität der Mehrzweckpackung erreicht. An ihren Berührpunkten 11 können die unterschiedlichen funktionalen Einheiten fest verbunden werden, hierauf kann jedoch im Dienste einer größeren Flexibilität verzichtet werden. Ein Kragen 8 mit lappenartigen Vorsprüngen 9, wie bei strukturierten Packungen üblich, umschließt die Funktionselemente fest und stabilisiert die 60 Mehrzweckpackung darüber hinaus in der Kolonne.

Das gezeigte Packungselement ist für eine Mehrzweckkolonne mit kreisförmigem Querschnitt vorgesehen, die Realis-

sierung der Mehrzweckpackung ist jedoch grundsätzlich für alle Querschnitte möglich.

**Fig. 5a, b** zeigt verschiedene Ausführungen des Aufbau eines Zweitfunktionalitätselementes. Zwei vorgeformte Ge- 5 webe bahnen 4a und 4b werden zusammengefügt. Die entstehenden Kammern 3 werden vor dem Verschließen gefüllt. Eine vollständige Füllung der Kammern ist dabei nicht erforderlich. Die Füllmenge ist ebenfalls variable im Sinne der zielgerichteten Optimierung in bezug auf den Einsatzzweck.

Die strukturierten Mehrzweckpackungen können ebenfalls mit flüssigen Füllmaterial, z. B. katalysierenden Flüssigkeiten oder Absorptions- bzw. Extraktionsmitteln, verwendet werden. Dazu müssen die Wände der Zweitfunktionalitätselemente aus für die Füllungsflüssigkeit undurchlässigen Membranen bestehen, die für mindestens ein Fluid, bzw. mindestens eine Fluidkomponente, permeabel sind, und die, falls notwendig, mit einer Metallgewebeschicht gestützt werden.

#### Patentansprüche

1. Strukturierte Mehrzweckpackung (**Fig. 4**) mit mindestens Zweitfunktionalität, bestehend aus Stofftrennungselementen (1) und Zweitfunktionalitätselementen (2) dadurch gekennzeichnet, daß letztere jeweils aus (mindestens zwei) abgeschlossenen und hinreichend kleinen Kammern (3) bestehen, die mit physikalisch, chemisch oder biologisch wirksamem Material im Sinne der Zweitfunktionalität gefüllt sind, wobei Volumen und Anzahl der Kammern und Elemente entsprechend den Prozeßanforderungen in optimierender Weise variiert werden können.
2. Strukturierte Mehrzweckpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wände der Kammern der Zweitfunktionalitätselemente für das Füllmaterial undurchlässig und für mindestens ein Fluidmedium im Prozeß durchlässig sind, so daß sich die Mehrzweckpackung für die simultane Durchführung von Stofftrennung und chemischen, biologischen oder weiteren physikalischen Prozessen in einer Verfahrenseinheit eignet.
3. Strukturierte Mehrzweckpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stofftrennungselemente aus strukturierten Gewebebahnen bzw. Blechen (7) mit Profilierung gebildet werden, wobei diese gemeinsam mit den Zweitfunktionalitätselementen parallel zur Hauptströmungsrichtung oder im Winkel dazu versetzt in Lagen alternierend angeordneten werden.
4. Strukturierte Mehrzweckpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zweitfunktionalitätselemente in Kammerbauweise mit abgeschlossenen Kammern konstruiert sind, wodurch das Trocknenlassen der Packungselemente erleichtert wird.
5. Strukturierte Mehrzweckpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stofftrennungselemente und Zweitfunktionalitätselemente in jeweils geeigneter Anzahl und Ausführung sowie jeweils geeignetem Füllmaterial in einem Baukastensystem zusammengestellt werden können, wodurch die Packung große Flexibilität besitzt und für verschiedenste Mehrzweckanlagen eingesetzt werden kann.

6. Strukturierte Mehrzweckpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wände der Zweitfunktionalitätselemente sowohl aus Metallgewebe, als auch aus für die Katalysatorflüssigkeit undurchlässigen Membranen bestehen können, die für mindestens ein Fluid, bzw. mindestens eine Fluidkomponente permeabel ist, und die, falls notwendig, mit einer Metallgewe-

beschicht gestützt werden.

7. Strukturierte Mehrzweckpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung der Kammern (3) der Zweitfunktionalitätselemente (2), z. B. Ionen austauscherharze, Aktivkohle, Trägermaterial mit Biofilm, Extraktionsmittel, sowohl in fester Form als Granulat, als auch in flüssiger Form vorliegen kann. 5

8. Strukturierte Mehrzweckpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zweitfunktionalitätselemente durch zusätzliche Zwischenbleche stabilisiert 10 werden können.

9. Verwendung der strukturierten Mehrzweckpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in einer Mehrzweckanlage für die sogenannten reaktiven Rektifikation, die reaktive Absorption sowie Adsorption, einschließlich 15 der Adsorption in Biofilmen, sowie weiterhin für Kombinationen unterschiedlicher physikalischer Stofftrennungsmechanismen, wie der Rektifikation oder Absorption als Erstfunktionalität, sowie z. B. der Adsorption oder Extraktion als Zweitfunktionalität. 20

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1(a)

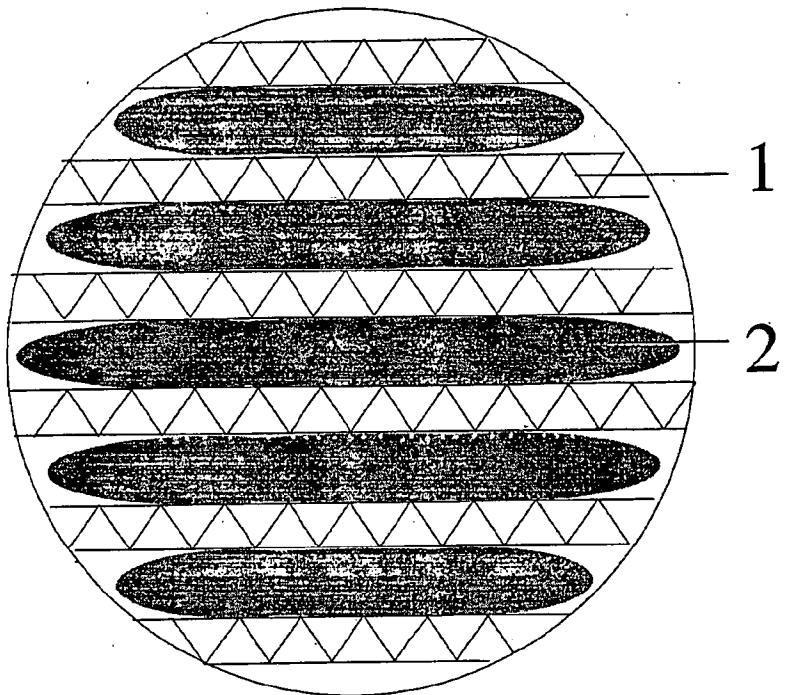


Fig.1(b)

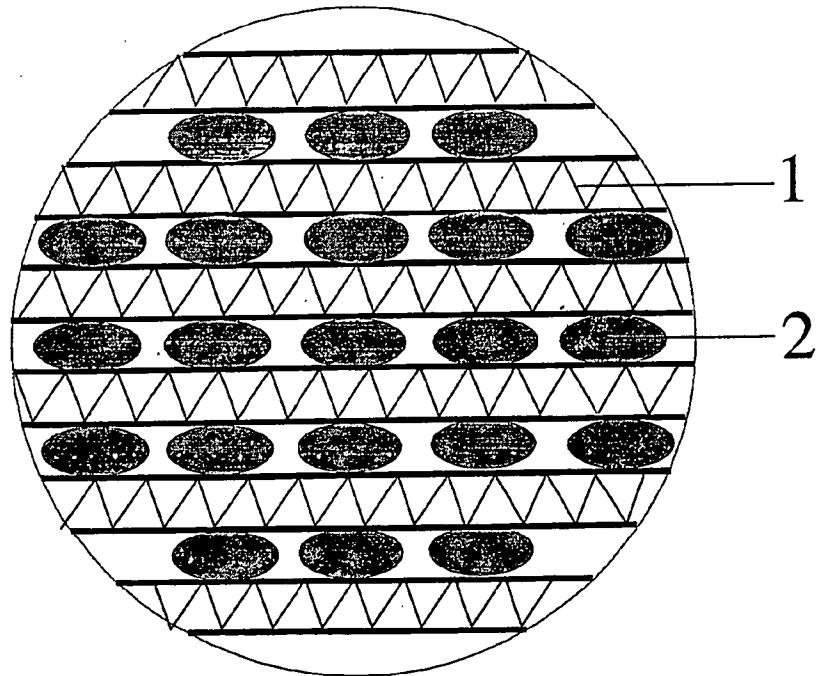


Fig.1(c)

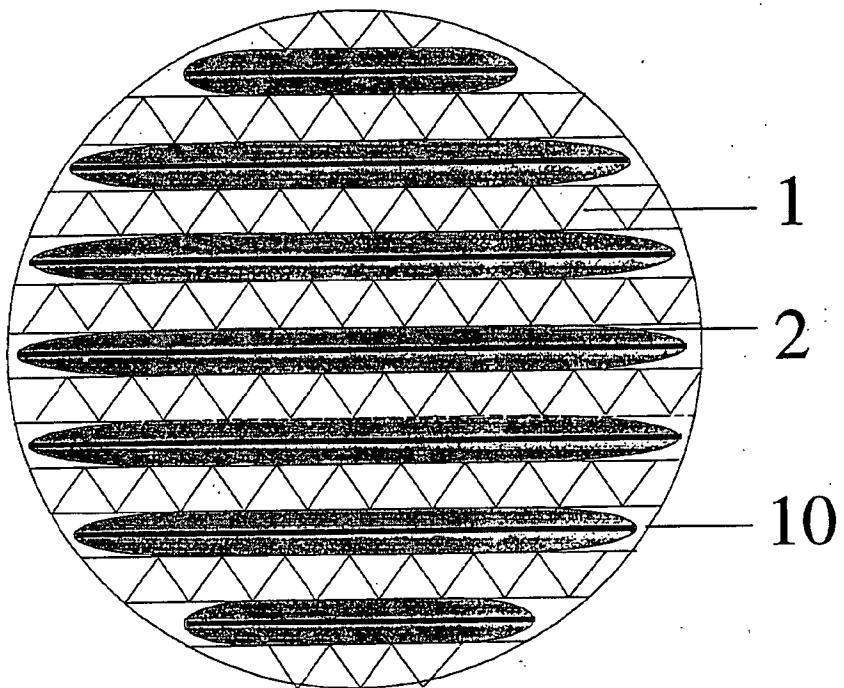


Fig.2(a)

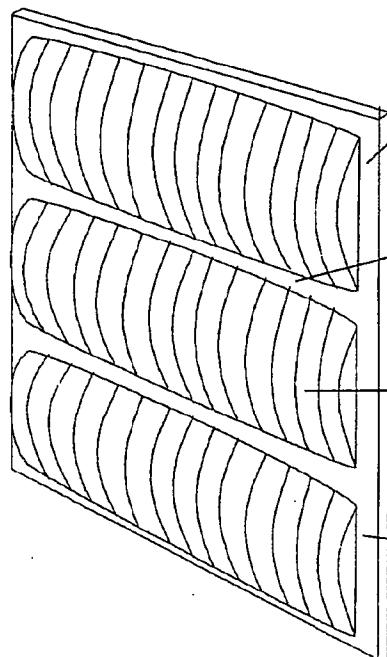


Fig.3(a)

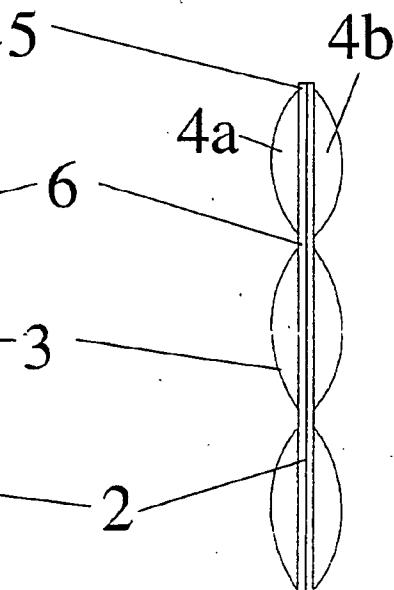


Fig.2(b)

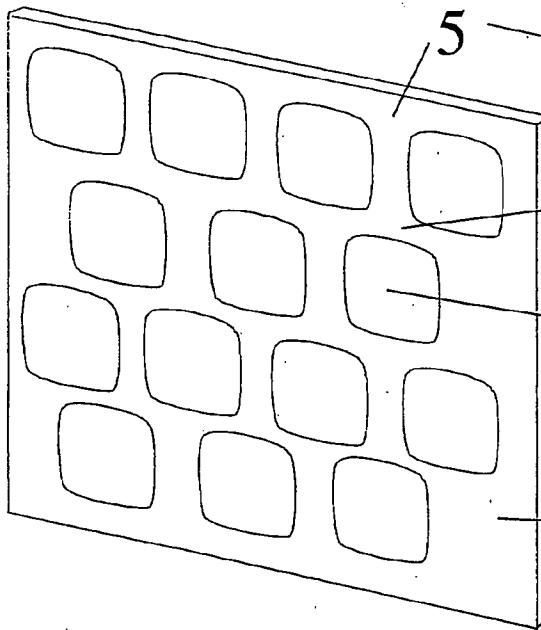


Fig.3(b)

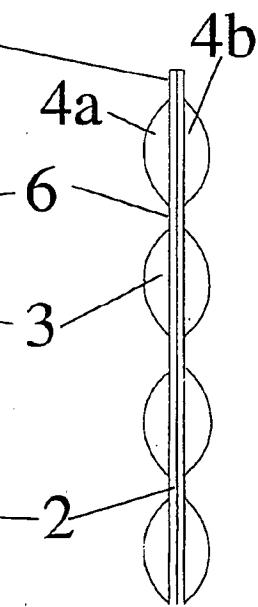


Fig.4(a)

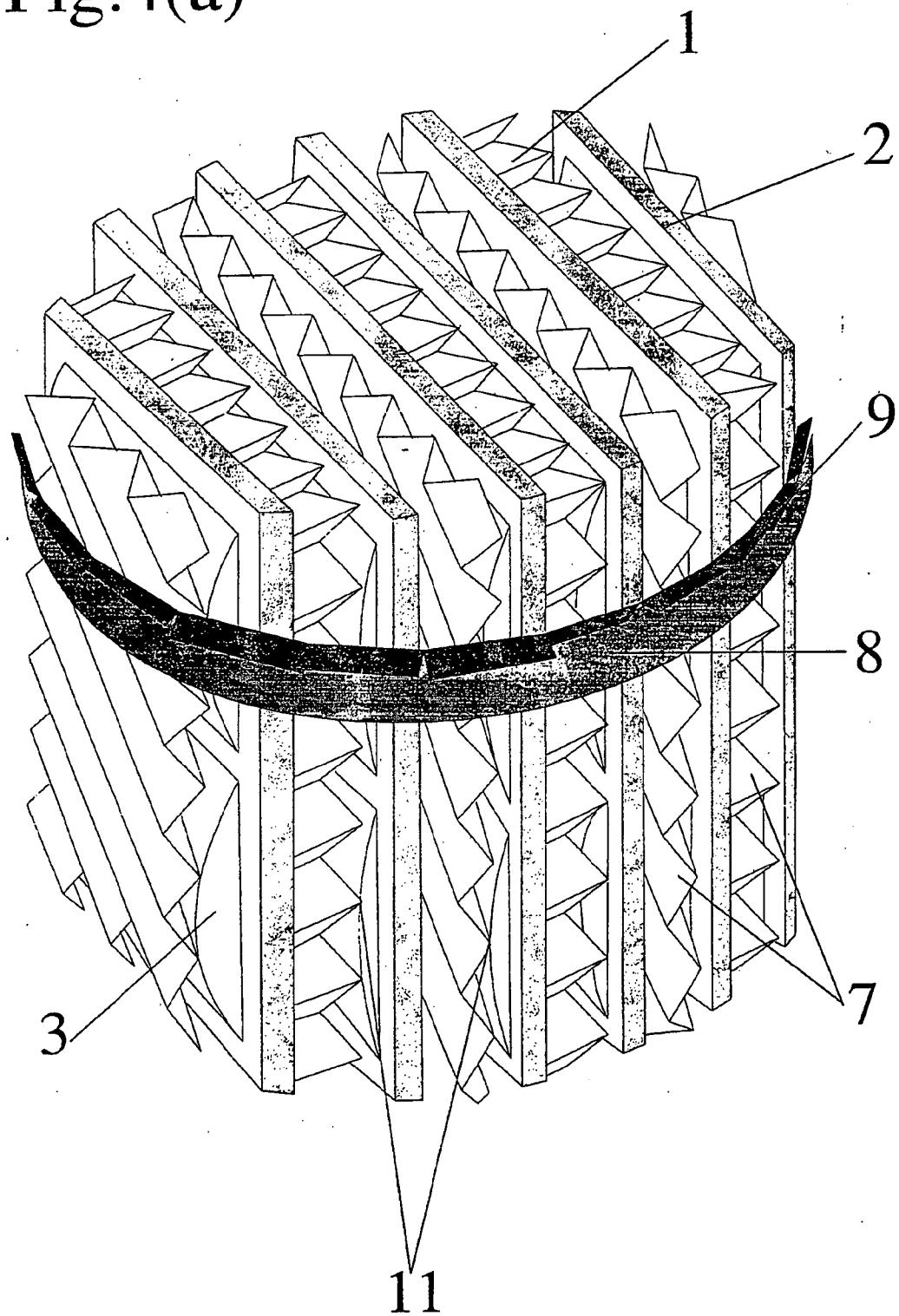


Fig.4(b)

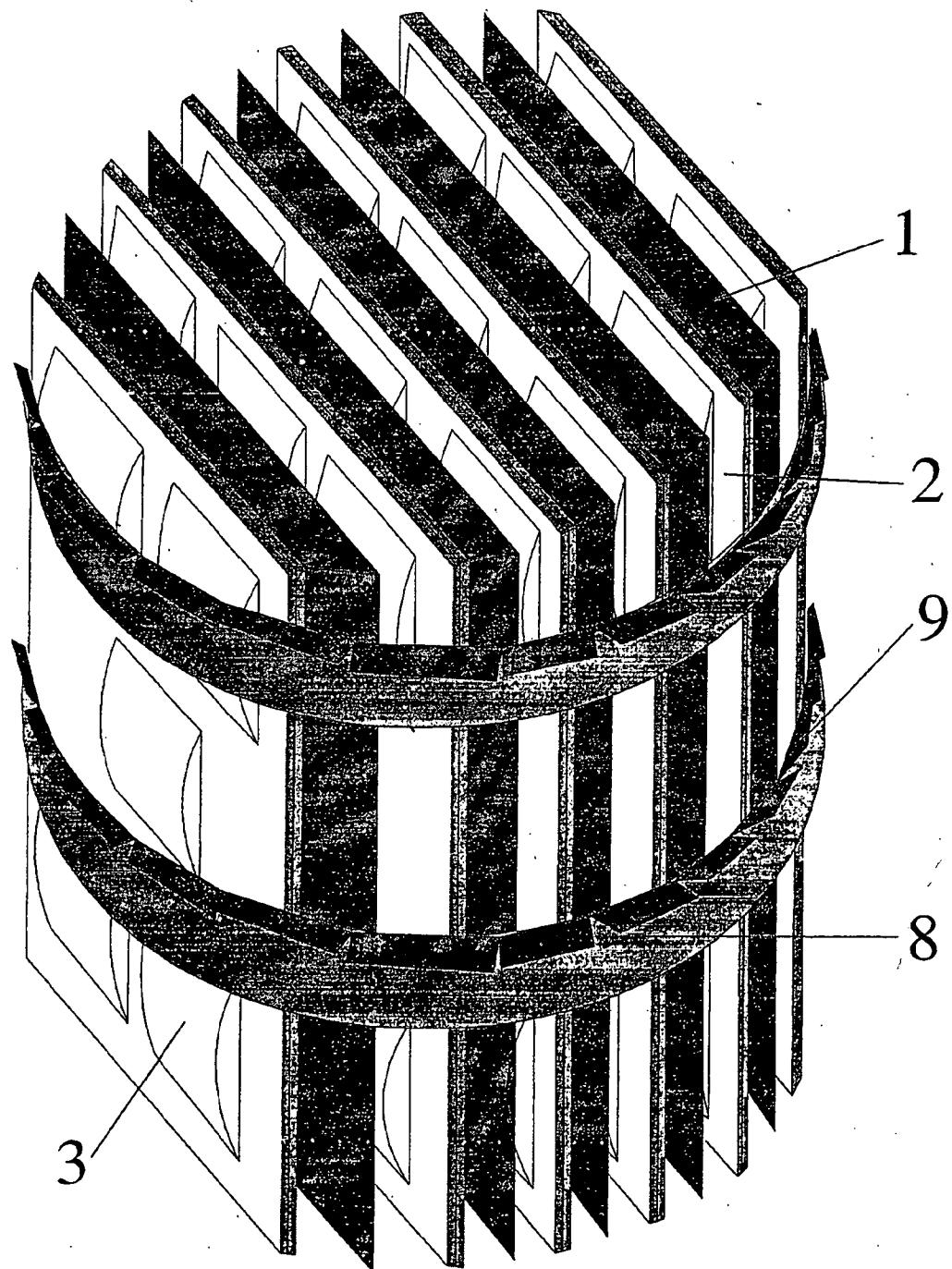


Fig.5(a)

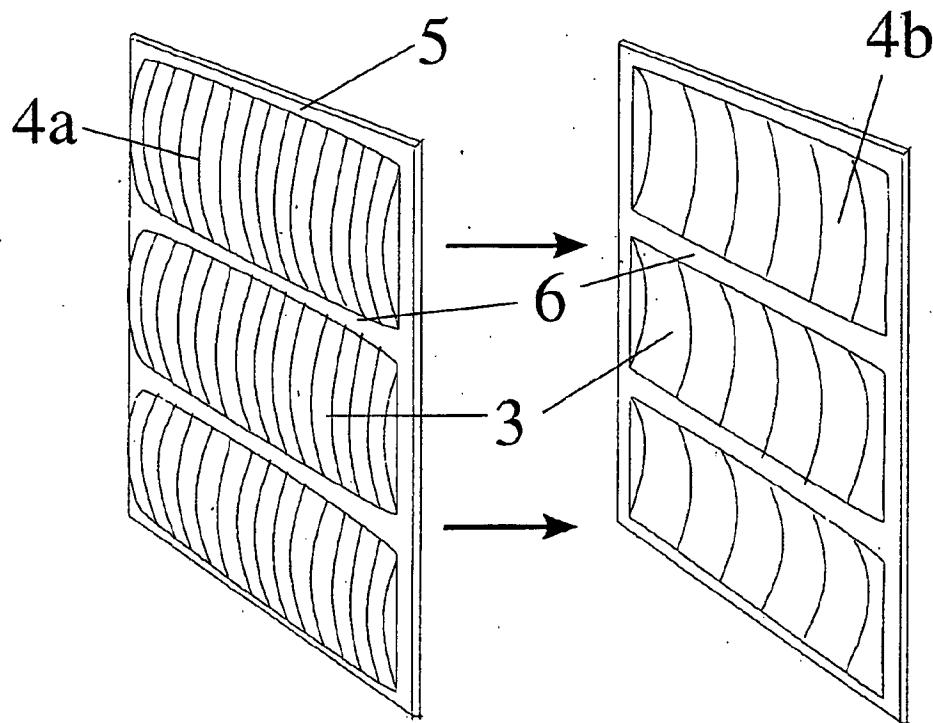


Fig.5(b)

